

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-42468

(43)公開日 平成8年(1996)2月13日

(51)Int.Cl.⁶

F 0 4 C 18/02
29/00

識別記号

3 1 1 S
A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 発明の数 1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-77509
(62)分割の表示 特願昭60-134064の分割
(22)出願日 昭和60年(1985)6月21日

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者 金田 愛三
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生研技術研究所内
(72)発明者 村上 碩哉
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生研技術研究所内
(72)発明者 栴田 正美
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生研技術研究所内
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スクロール圧縮機

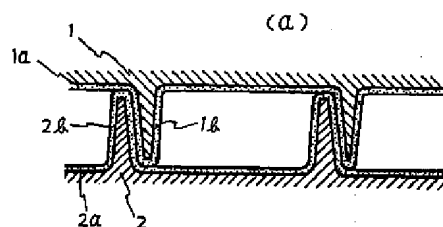
(57)【要約】

【目的】高い寸法精度、耐摩耗性、高疲労強度、耐油性および金属母材との高接着強度が得られるスクロール部材の被覆材料およびスクロール構成を設定して、高い信頼性を有しかつ生産性に優れたスクロール圧縮機を提供することにある。

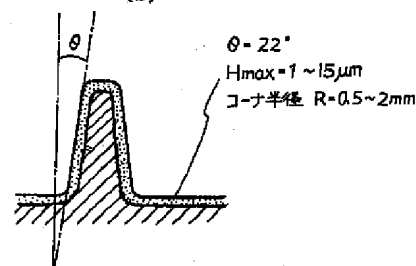
【構成】金属母体の形状および被覆レジンの形状を、応力集中のない寸法精度確保に有利なものにすることによって、被覆レジンの破断がなく耐久性に優れる金属・プラスチック複合化スクロールを構成した。

【効果】従来の機械加工による精密切削スクロールに比べ、工程数を1/3に、工程時間を1/2に低減でき、大幅な設備投資効率の改善ができた。

図 1



(b)



1

【特許請求の範囲】

1. 渦巻状に形成した第1の歯を有する固定スクロール部と渦巻状に形成した第2の歯を有する揺動スクロール部とを有し、前記固定スクロール部と前記揺動スクロール部とを対向させて前記第1の歯と前記第2の歯とを嵌め合わせ前記揺動スクロール部を前記固定スクロール部に対して揺動回転させることにより気体を圧縮し吐出するスクロール圧縮機であって、前記固定スクロール部の前記第1の歯の側と前記揺動スクロール部の前記第2の歯の側とを、それぞれ歯先が根元よりも狭いテーパ状で角部をR形状の断面形状を有して表面粗さを $H_{max} = 1 \sim 15 \mu m$ に粗加工した金属母材の表面を固体潤滑剤と無機充填フィラとを含有して線膨張係数が $3.0 \times 10^{-5} / ^\circ C$ 以下の熱硬化性樹脂より成る被覆層で様な厚さに被覆して前記第1の歯と前記第2の歯との形状精度を $5 \mu m$ 以下に形成したことを特徴とするスクロール圧縮機。

2. 前記固定スクロール部と前記揺動スクロール部との少なくとも一方が、鋳鉄またはアルミニウムダイキャストを素材とし、鋳造により成形されたことを特徴とする請求項1記載のスクロール圧縮機。

3. 前記固定スクロール部と前記揺動スクロール部との少なくとも一方が、鍛造により形成されたことを特徴とする請求項1記載のスクロール圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は冷凍用あるいは空調用として用いられるスクロール圧縮機にかかり、特に、生産性および信頼性の向上に有利なスクロール構成を有するスクロール圧縮機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図2、図3に従来のスクロール圧縮機の要部概略断面図および動作説明図を示す。図において、板状の歯を渦巻状に形成した固定スクロール1と、この固定スクロール1と同一形状の歯を形成した揺動スクロール2とを対向して嵌め合わせている。そして、揺動スクロール2の回転により、歯は揺動運動をして固定スクロール1と揺動スクロール2の歯の間に形成された圧縮室の体積を順次縮小させながら中心部に移動させ、中心部の圧縮気体吐出口3から圧縮気体を吐出するという動作機構である。

【0003】図4に固定スクロール1と揺動スクロール2の歯の拡大断面図を示すが、この図からもわかるように、固定スクロール1と揺動スクロール2の歯の寸法精度が悪いときは、圧縮ガスが漏れて圧縮比が低下したり、歯のカジリによって歯が破損したりするので、非常に高い寸法精度が要求され、特に、接触面の良好な表面粗度、台板に対する直角度および耐摩耗性などが要求される。さらに、高い圧縮比を得るためには、歯の疲労強度の高いものが望ましい。従って、従来のスクロール

2

は、耐摩耗性および疲労強度に優れた高価な金属母材を、精密機械加工によって μm オーダーの高精度に仕上げるために、多数の工数と工程時間を経て製造するという欠点があった。

【0004】この欠点を改良する目的で、特開昭58-91388号公報に記載されているように、固定スクロールと揺動スクロール部材の互いに対向する面に精密成形した樹脂層を形成することが提案されている。このスクロールの断面図と製法概念図を図4および図5に示す。これは、高精度の樹脂層を形成することにより、金属の高精度仕上げの工程を減らすという提案である。しかし、この公報では、樹脂の材質については熱可塑性樹脂などを使うとあるのみで、前に述べた高い寸法精度、耐摩耗性、高い疲労強度や、金属母材との接着性を確保するための具体的な材質および構造の提案はなく、信頼性に対する配慮に欠けていた。

【0005】一般に、スクロール圧縮機は、高い圧力、高い温度条件で稼動されるのみならず、気体としてフロンガスと機械油との混合気体が用いられる。従って、特開昭58-91388号公報に開示されている内容のみでは、スクロール歯の初期寸法精度の確保のみならず、特にスクロール動作時の寸法精度、耐摩耗性および金属母材との接着性の確保ができず、実用化はできない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、高い寸法精度、耐摩耗性、高疲労強度、耐油性および金属母材との高接着強度が得られるスクロール部材の被覆材料およびスクロール構成を設定して、高い信頼性を有しかつ生産性に優れたスクロール圧縮機を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、スクロールの稼動時にかかるストレス条件、すなわち高温・高圧温度サイクル、フロンガスと機械油との混合気体にさらされること等の極めて厳しい条件下でも、高い寸法精度を保ち、耐摩耗性に優れ、かつスクロール歯としての機械的強度の耐久性に優れることが必要なスクロールの構成は、一般的な熱可塑性樹脂と、従来の機械加工用に設計されたスクロール構造との単純な組み合わせでは実現できないという認識と実験結果に基づいてなされたものである。すなわち、熱可塑性樹脂のなかで比較的成形性および寸法精度に優れるポリカーボネートなどの非結晶性樹脂は、耐油性に劣り、スクロール稼動時のストレスに耐えない。一方、熱可塑性樹脂のなかで比較的耐油性および耐熱性に優れるポリブチレンテレフタレートやポリエーテルサルフォン樹脂などの結晶性樹脂は、成形収縮率が大きく、スクロール歯の寸法精度の確保が難しい。さらに、これらの熱可塑性樹脂は金属母材との接着強度が小さく、スクロール稼動時の気体の圧縮時に発生する熱サイクルによる熱応力に耐えず、ごく短時間の稼動で接

着面の剥離が起こり、スクロール歯が破損したり、圧縮比が急激に低下する現象が見られた。

【0008】本願発明者らは、金属母材との接着強度および耐油性、耐フロンガス性に優れるエポキシレジンあるいはビスマレイミド・トリアジンレジンなどの熱硬化性樹脂をベースレジンとし、これに熱サイクル時の熱応力を低減させるために石英ガラスあるいは溶融石英などの無機フィラを高充填したスクロール部材の被覆成形材料を開発するとともに、接着強度を向上させるためのスクロール母材金属自体の形状および表面形状の設計などを組み合わせることによって、初めて信頼性に優れる金属・プラスチック複合スクロールが具現できることを見いだした。

【0009】本発明における固定スクロールおよび揺動スクロールの母材としては、鋳鉄あるいはアルミニウムダイキャストなど鋳造可能なもの、あるいは熱間鍛造の可能なもので、疲労強度が強く、剛性の高いものを用いる。このようにして形成される母材およびスクロール歯の形状精度は低いものでよい。しかし、被覆レジン材料との接着強度を向上させるために、母材の表面粗さはH_{max}=1~15 μmの範囲にあることが望ましい。また、被覆レジン材料を成形するときに、金型から離型時の応力を低減するために、その抜き勾配は2°以上必要である。被覆レジン膜の肉厚の変化はスクロール歯としての寸法精度が確保できないので、母材自体のテーパ角度もほぼ同じ角度に設定する。さらに、被覆材料の破断は熱サイクル時に発生する熱応力がコーナ部に集中することによって起こることから、金属母材および被覆レジン表面のコーナ部のコーナ半径Rは0.5~2mmの範囲の同じ値に設定する。このように、固定スクロールと揺動スクロールの歯にテーパおよびコーナ半径Rをもたせても、両者の歯の形状を同一に設計すれば、互いに緩衝することなく、後述する被覆レジン材料の寸法精度さえ確保できれば、高い圧縮比が得られることがわかった。

【0010】前記した目的を達成するためには、被覆レジン材料の設計が最も重要である。すなわち、先に述べたように、種々の熱可塑性樹脂も検討したが、ごく短時間のスクロール稼動で接着面の剥離が起こり、スクロール歯が破損するか、圧縮比が急激に低下したからである。本発明は、この被覆レジンの構成を中心とするものであり、好ましい被覆レジン材料については、実施例の説明の中で詳述する。

【0011】

【実施例】次に、本発明の実施例および比較例について詳細に説明する。

【0012】図1(a)は本発明によるスクロール圧縮機の金属とプラスチックを複合したスクロールの断面図、同図(b)はその歯の部分の拡大図であり、1は固定スクロール、2は揺動スクロール、1a、1bは固定スクロール1のそれぞれ樹脂被覆底板および歯の樹脂被

覆部、2a、2bは揺動スクロール2のそれぞれ樹脂被覆底部および歯の樹脂被覆部を示す。

【0013】なお、以下の実施例および比較例は、すべて前に述べた母材形状、スクロール歯形状によるものである。

【0014】比較例

ベースレジンとしてクレゾールノボラックエポキシ樹脂(20重量%)、硬化剤としてフェノール(10重量%)、充填材として石英ガラス粉(70重量%、50体積%)、その他、硬化促進剤、シランカップリング剤、内部離型剤を少量配合してなる半導体封止用レジンを用い、金属母体をインサートしてトランスファ成形した。このとき、このレジンの線膨張係数は $2.3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、2次転位温度T_gは145℃であり、金属母体との接着力は100 Kg/cm²(室温)以上と測定された。成形されたスクロール歯の寸法精度は、基準点に対し±3 μmと極めて高い精度が得られた。

【0015】こうして得られた固定スクロールと揺動スクロールを組み立て、実機試験をした結果、所定の加速試験経過後もスクロール歯の破損がなく、急激な圧縮比の低下がなかった。しかし、固定スクロールと揺動スクロールの接触部の被覆レジン表面は白化しており、摩耗が進んでいるのが認められた。そこで、このレジン同士の静摩擦係数を測定したところ、0.4~0.45の範囲にあることがわかった。

【0016】実施例1

比較例で用いたエポキシ樹脂組成物をベースとし、さらにグラファイト粉末と二硫化モリブデン(MoS₂)粉末の混合物を10重量%配合したエポキシ樹脂組成物をつくり、比較例と同様に成形を行った。その結果、線膨張係数は $2.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、T_gは145℃、金属母体との接着力は100 Kg/cm²以上と、実施例1の場合とほとんど変わりはないが、静摩擦係数は0.3と測定され、大幅に改善できた。

【0017】こうして得られた固定スクロールと揺動スクロールを組み立て、実機試験をした結果、所定の加速試験経過後もスクロール歯の破損がないばかりか、固定スクロールと揺動スクロール底面の接触部の白化は認められず、良好な寸法精度を保っていて、加速試験中ほとんど圧縮比の低下が認められなかった。

【0018】実施例2

比較例および実施例1で用いたエポキシレジンに代えて、ベースレジンとしてビスマレイミド・トリアジン樹脂(BTレジン、30重量%)、充填材として溶融シリカ(60重量%)、固体潤滑材としてグラファイト粉末と二硫化モリブデン(MoS₂)の混合物(10重量%)を配合して得たレジン組成物をつくり、実施例1と同様に成形を行った。その結果、線膨張係数は $2.1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、T_gは190℃、金属母材との接着力は200 Kg/cm²(室温)以上と測定され、特に、150℃での

金属との接着力が 100 Kg/cm^2 以上と測定されたことは、耐久性がエポキシ樹脂の場合よりもさらに向上するものと期待できた。静摩擦係数も0.3と、実施例1と変わりがなかった。

【0019】こうして得られた固定スクロールと揺動スクロールを組み立て、実機試験をした結果、スクロールの破損、接触部の白化は認められず、比較例と比較すると揺動スクロールの駆動力は少なくすみ、圧縮比は長期に亘って安定していることがわかった。

【0020】以上説明した比較例および実施例1、実施例2で用いたレジン組成物の物性値を使って、熱弾性応力解析を実施した。その結果、図1(b)に示すような、本発明の母体金属および被覆レジン形状が最も集中応力が少ないことが立証できた。さらに、レジンの線熱膨張係数は $3.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下、Tgは高ければ高いほど、レジンの破断応力に対する熱応力の関係から望ましいことがわかった。また、実施例で用いたレジンの成形収縮率は0.5~0.8%と小さいけれども、金属母材の形状をストレートにすると、歯の根元部の寸法精度は劣化して、所定の目標精度 $5\mu\text{m}$ 以下におさめられないことが解析できた。

【0021】上記実施例では特定のベースレジンを用いた例について説明したが、本発明で用いるベースレジンには、実施例で用いたものに限ることなく、耐油性・耐フロンガス性に優れかつ金属との接着性に優れる熱硬化性樹脂であり、さらに無機フィラの配合によって、ここで示した線膨張係数、成形収縮率が達成でき、望ましくは高いTgを得ることのできる樹脂であればよい。また、成形法についても、トランスファモールド法に限定されるものではない。

【0022】ここで、本発明の実施に際して取り上げる可能性のある若干の熱硬化性樹脂について説明する。まず、PEEK(ポリエーテルエーテルケトン)、芳香族ポリアミド、ポリアミド・イミド等の熱可塑性樹脂の中には、耐熱性、耐油性に優れる樹脂があるが、現時点では実施例に示したレジンほどには成形性に優れず、検討していないが、将来成形性が改良され、実施例で示したと同等な線膨張係数などの物性値が満足できれば、これらの熱可塑性樹脂を採用できる可能性はある。また、BMC(パルクモールドコンパウンド)として知られる精密成形に適した不飽和ポリエステルをベースとした熱硬化性樹脂があるが、これは金属との接着性に優れず、かつ水分と高温により加水分解する可能性が大であり、検討していない。しかし、これらの物性が改良されれば、

採用できる可能性はある。また、無機フィラを高充填したPPS(ポリフェニレンサルファイド)樹脂は、熱可塑性樹脂の中で最も実施例のレジン物性に近い。結晶性樹脂であり、寸法精度に劣るが、成形条件を検討中であり、実現の可能性は最も高い。

【0023】本発明によれば、被覆レジン材料に無機フィラを高充填した結果、 μm オーダーの高い成形精度が得られ、またベースレジンとして耐油性、耐フロンガス性に優れかつ金属との接着強度の高いものを用いるので、スクロール歯の寸法精度および強度の耐久性が向上する。さらに、被覆材料に固体潤滑材を配合した結果、静摩擦係数が低下して摩擦がほとんどなく、スクロールの駆動力が低減でき、圧縮比の経時変化がほとんどなくなった。さらに、金属母体の形状および被覆レジンの形状を、応力集中のない寸法精度確保に有利なものにすることによって、被覆レジンの破断がなく耐久性に優れる金属・プラスチック複合化スクロールが具現できる。以上の耐久性に優れるレジン組成とスクロール構造を見いだした結果、従来の機械加工による精密切削スクロールに比べ、工程数を $1/3$ に、工程時間を $1/2$ に低減でき、大幅な設備投資効率の改善ができる。

【0024】

【発明の効果】以上詳説したように、本発明によれば、高い信頼性を有しかつ生産性に優れたスクロール圧縮機の実現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明によるスクロール圧縮機の金属とプラスチックを複合したスクロールの断面図、同図(b)はその歯の部分の拡大図である。

【図2】従来のスクロール圧縮機の要部概略断面図である。

【図3】動作説明図である。

【図4】該スクロール圧縮機の固定スクロールと揺動スクロールの歯の部分の拡大断面図である。

【図5】従来提案されている金属・プラスチック複合スクロールの断面図である。

【図6】製法を示す概念図である。

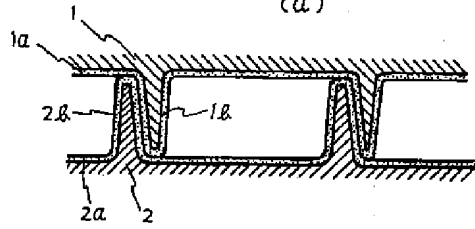
【符号の説明】

- 1…固定スクロール、
- 1a…固定スクロールの樹脂被覆底板、
- 1b…固定スクロールの歯の樹脂被覆部、
- 2…揺動スクロール、
- 2a…揺動スクロールの樹脂被覆底部、
- 2b…揺動スクロールの歯の樹脂被覆部。

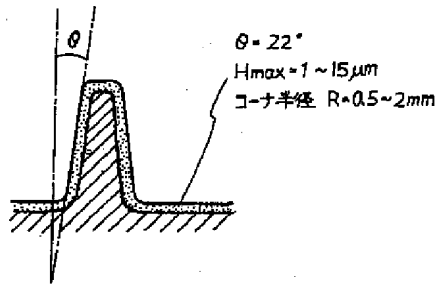
【図1】

図 1

(a)

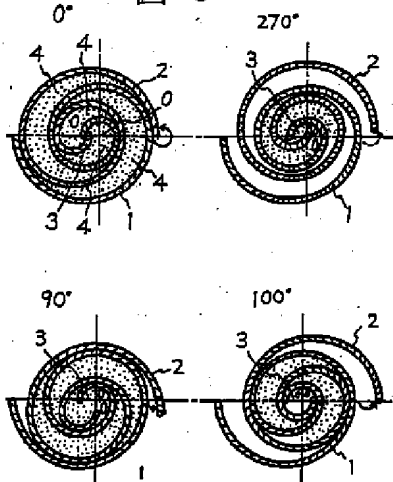


(b)



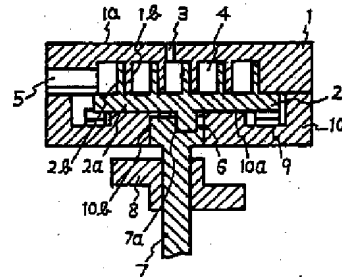
【図3】

図 3



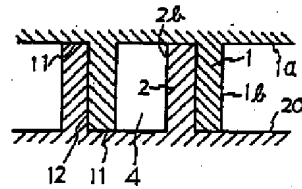
【図2】

図 2



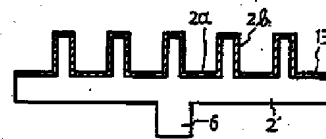
【図4】

図 4



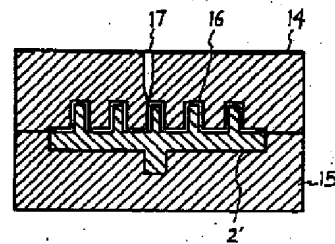
【図5】

図 5



【図6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 松崎 淳
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生研技術研究所内